

Elektrische Filter

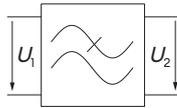
AC-Grundlagen

Bildquellen: uwa

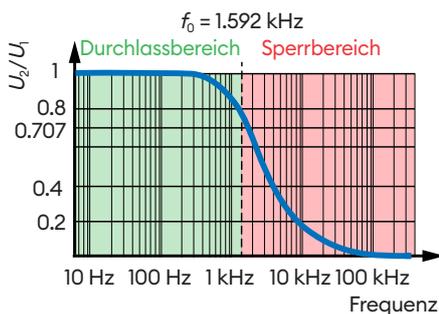
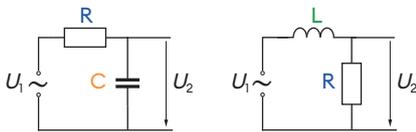
Hat ein elektrisches Signal unerwünschte Frequenzen, kann ein elektrischer Filter in Form einer Siebschaltung eingesetzt werden. Je nach Anordnung von Widerstand, Kondensator und Spule lassen sich tiefe oder hohe Frequenzen filtern.

Tiefpassfilter

Tiefpässe lassen die tiefen Frequenzen praktisch ohne Verlust durch und dämpfen die höheren Frequenzen. Die einfachste Form ist die Anordnung eines Widerstandes und eines Kondensators (RC-Glied) oder einer Spule und eines Widerstandes (LR-Glied). Sie werden auch passive analoge Tiefpässe genannt. Das Schaltzeichen sieht wie folgt aus:



Die Ausgangsspannung U_2 ist maximal so gross wie die Eingangsspannung U_1 , was einem Spannungsübertragungsfaktor von 1 oder 100% entspricht. Der Übergang vom Durchlass- zum Sperrbereich wird Grenzfrequenz genannt. Bei dieser Frequenz ist das Verhältnis von U_1 zu U_2 auf 0,707 oder 70,7% gesunken. Die an einen ohmschen Lastwiderstand abgegebene Leistung ist dabei genau halb so gross wie die Maximalleistung. Weil die Form des Eingangssignals nicht verändert wird, werden sie auch als lineare Filter bezeichnet.



Das Beispiel zeigt den Verlauf der Durchlasskurve eines Tiefpassfilters. Die Werte gelten bei $R = 10 \text{ k}\Omega$, $C = 10 \text{ nF}$ und $L = 1 \text{ H}$. Die Schaltung kann entweder als RC-Glied oder als LR-Glied ausgeführt werden. In beiden Fällen beträgt die Grenzfrequenz $f_0 = 1.592 \text{ kHz}$. Bei dieser Frequenz hat die Höhe der Ausgangsspannung U_2 noch 70,7% der Eingangsspannung U_1 .

Zur Berechnung des RC-Glieds wird die Grenzfrequenz und der Kondensator gewählt. Der Widerstand lässt sich mit der folgenden Formel berechnen:

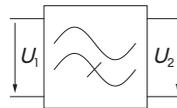
$$R = X_C = \frac{1}{2\pi f C}$$

Die Berechnung für den LR-Tiefpassfilter erfolgt nach der Formel:

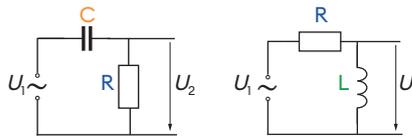
$$R = X_L = 2\pi f L$$

Hochpassfilter

Ein Hochpassfilter unterdrückt die tiefen Frequenzen und lässt die hohen Frequenzen durch. Vom Aufbau und den Gesetzmässigkeiten her entspricht er dem Tiefpassfilter. Es werden lediglich die beiden Komponenten vertauscht, so dass ein CR-Glied (Kondensator und Widerstand) beziehungsweise ein RL-Glied (Widerstand und Spule) entsteht. Das Schaltzeichen ist das folgende:

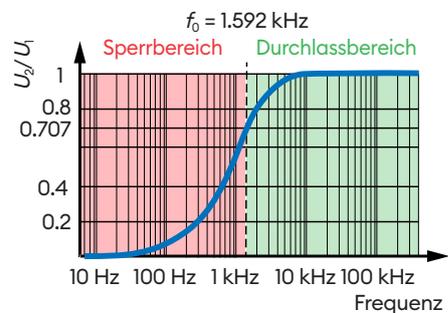


Beim CR-Glied weist der in Serie geschlossene Kondensator bei tiefen Frequenzen einen grossen Blindwiderstand auf. Erst wenn die Grenzfrequenz erreicht ist, sinkt der Blindwiderstand, bis er praktisch null beträgt.



Der Hochpassfilter kann als CR-Glied mit einem in Serie geschalteten Kondensator und einem zur Ausgangsspannung parallelen Widerstand realisiert werden, oder als RL-Glied mit einem Widerstand und einer Spule.

Das RL-Glied weist einen seriellen Widerstand und eine zur Ausgangsspannung parallele Spule auf. Bei tiefen Frequenzen ist der induktive Blindwiderstand und damit die Ausgangsspannung klein. Nimmt die Frequenz zu, steigt auch der Blindwiderstand und damit U_2 . Die Berechnung erfolgt auf die gleiche

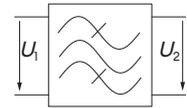


Die Grafik zeigt die Durchlasskurve eines CR-Hochpassfilters mit $R = 10 \text{ k}\Omega$ und $C = 10 \text{ nF}$ beziehungsweise eines RL-Filters mit dem gleichen Widerstand und einer Induktivität von 1 H. Die Grenzfrequenz beträgt wie beim Tiefpassfilter 1.592 kHz.

Weise wie beim Tiefpassfilter. Alternativ kann die Dämpfung bei beiden Filtern auch in dB (Dezibel) angegeben werden.

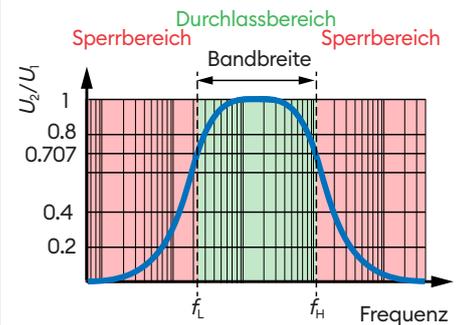
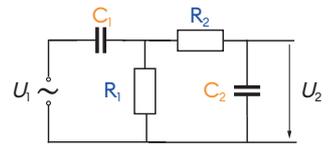
Bandfilter

Einige Anwendungen der Elektrotechnik benötigen ein bestimmtes Frequenzband. Die Frequenzen dürfen also nicht zu tief und nicht zu hoch sein. In diesem Fall kommt ein Bandpass zur Anwendung.



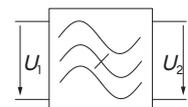
Der Bandpass lässt Frequenzen innerhalb eines Bereiches passieren.

Vom Aufbau her kombiniert man ein CR-Glied (Hochpass) mit einem RC-Glied (Tiefpass). Dadurch entsteht eine untere und eine obere Grenzfrequenz. Der Abstand der beiden Grenzfrequenzen wird mit dem Begriff Bandbreite definiert. Mit diesem System kann ein bestimmtes Frequenzband isoliert oder herausgefiltert werden.

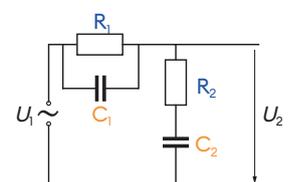


Der Bandpass besteht aus einem CR- und einem RC-Glied. Er lässt nur die Frequenzen innerhalb der Bandbreite durch.

Das Gegenteil des Bandpasses ist die Bandsperre. Sie sperrt die Frequenzen innerhalb der beiden Grenzfrequenzen. Die Bandsperre kann als RC-Bandsperre mit je zwei Widerständen und Kondensatoren oder als LC-Bandsperre mit je zwei Widerständen und Spulen gebaut werden.



Die Bandsperre blockiert die Frequenzen innerhalb eines Bereiches.



Die RC-Bandsperre besteht aus einer Parallelschaltung R_1, C_1 und einer Serieschaltung R_2, C_2 .

Partner: © A&W Verlag AG / SVBA-ASETA-ASITA / AGVS/UPSA / uwa